

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
11. August 2005 (11.08.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/072884 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B08B 7/00**,
C23G 1/00

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BOSTANJOGLO, Georg** [DE/DE]; Odenwaldstr. 17, 12161 Berlin (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/000405

KRAUSE, Stefan [DE/DE]; Königsberger Str. 14, 45470 Mülheim a.d.Ruhr (DE). **OTT, Michael** [DE/DE]; Hornhof 12, 45478 Mülheim (DE). **REICHE, Ralph** [DE/DE]; Bulgenbachweg 15, 13465 Berlin (DE). **STEINBACH, Jan** [DE/DE]; Buchstr. 8, 13353 Berlin (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. Januar 2005 (17.01.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**; Postfach 22 16 34, 80506 München (DE).

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
(30) Angaben zur Priorität:
04002158.6 30. Januar 2004 (30.01.2004) EP

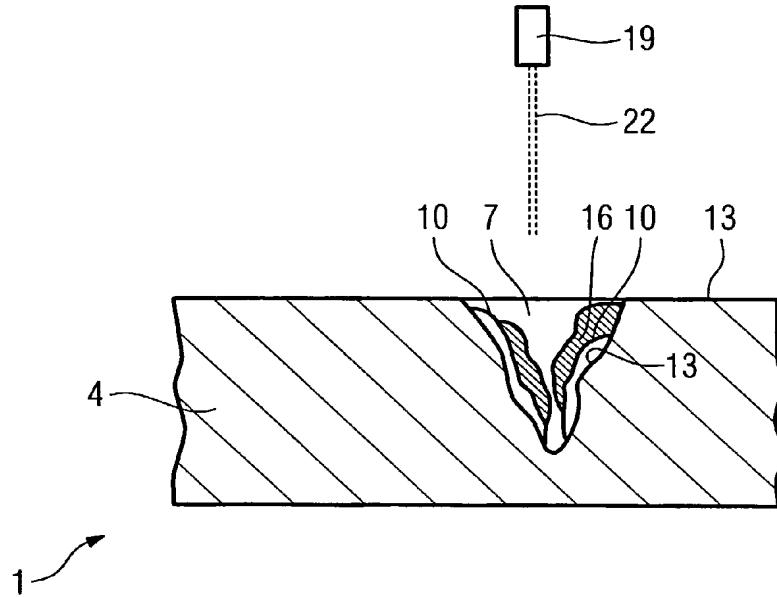
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR REMOVING A LAYER

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ENTFERNUNG EINER SCHICHT



(57) Abstract: The invention relates to a method for removing a layer. Structural components that are contaminated with corrosion products are often reused, therefore the corrosion product (10) has to be removed. Conventional methods for doing so are time-consuming as the reaction times with the corrosion product are often very long. According to the invention, the corrosion product is pretreated by exposing it to salt, thereby producing a larger working surface, so that the corrosion product (10) can be removed more rapidly. Sodium sulfate (Na_2SO_4) and/or cobalt sulfate ($CoSO_4$) are used for the salt exposure.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/072884 A1



KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,

PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) **Zusammenfassung:** Verfahren zur Entfernung einer Schicht Bauteile mit Korrosionsprodukten werden oft wieder verwendet, wobei das Korrosionsprodukt (10) entfernt werden muss. Dies dauert nach dem Stand der Technik sehr lange, da die Reaktionszeiten mit dem Korrosionsprodukt oft sehr lang sind. Erfindungsgemäß wird das Korrosionsprodukt durch einen Salzangriff vorbehandelt, um eine größere Angriffsfläche zu erzeugen, so dass die Entfernung des Korrosionsprodukts (10) schneller erfolgen kann. Für den Salzangriff wird Natriumsulfat (Na_2SO_4) und/oder Kobaltsulfat (CoSO_4) verwendet.

Verfahren zur Entfernung einer Schicht

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Entfernung einer
5 Schicht gemäß Anspruch 1.

Bauteile, wie z.B. Turbinenschaufeln, weisen beispielsweise
nach dem Einsatz Korrosionsprodukte wie z.B. Oxide, Sulfide,
Nitride, Karbide, Phosphate usw. auf, die eine Schicht bil-
10 den.

Solche Bauteile können nach ihrem Einsatz wieder eingesetzt
werden, wenn u.a. die Korrosionsprodukte entfernt worden
sind.

Die komplette Entfernung der Korrosionsprodukte geschieht
15 beispielsweise durch Sandstrahlen, was aber zu einer Schädi-
gung des Substrats führen kann.

Ebenso ist es möglich das Bauteil komplett mittels Säure-
strippen oder Fluorionenreinigung (fluor ion cleaning (FIC))
20 zu behandeln.

Dies ist jedoch sehr zeitaufwändig, da die Korrosionsprodukte
gegenüber der Säure oder dem Fluor und/oder Fluorid teilweise
mit der Zeit zu geringe Abtragungsraten aufweisen.

25 Die US-PS 5,575,858 beschreibt ein Verfahren zur Entfernung
eines Entfernungsbereichs, insbesondere eines
Korrosionsproduktes eines Bauteils, bei dem der
Entfernungsbereich vor einer Endreinigung vorgehandelt wird,
30 so dass eine Schädigung des Entfernungsbereichs erfolgt, so
dass dann eine Abtragungsrate in der Endreinigung des
Entfernungsbereichs größer ist als ohne die Schädigung des
Entfernungsbereichs.

35 Ähnliche Verfahren sind in der US-PS 4,439,241, US-PS
5,464,479 sowie der EP 1 013 797 offenbart.

Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren aufzuzeigen, bei dem die Entfernung von Schichten auf einem Bauteil erleichtert und damit zeitlich verkürzt wird.

5 Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1.

In den Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Maßnahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens aufgelistet.

10 Die in den Unteransprüchen aufgelisteten Maßnahmen können in vorteilhafter Art und Weise miteinander kombiniert werden.

Die Erfindung ist schematisch anhand der Figuren erläutert.

15 Es zeigen

Figur 1 ein Bauteil mit einem Korrosionsprodukt,

Figur 2 schematisch die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

20 die Figuren 3, 4, 5 das Bauteil nach Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Figur 6 eine Gasturbine,

Figur 7 eine Brennkammer,

Figur 8 eine Turbinenschaufel und

Figur 9 eine Dampfturbine.

25

Figur 1 zeigt ein Bauteil 1, das mit dem erfindungsgemäßen Verfahren behandelt werden kann.

30 Das Bauteil 1 besteht aus einem keramischen oder metallischen Substrat 4 (Grundkörper), das beispielsweise, insbesondere für Turbinen, eine kobalt-, eisen- oder nickelbasierte Superallegierung ist.

35 Das Bauteil 1 ist beispielsweise eine Leit- 130 oder Laufschaufel 120 (Figur 6, 8) einer Gas- 100 (Figur 6), einer Dampfturbine 300, 303 (Figur 9), oder einer Flugzeugturbine, eine Brennkammerauskleidung 155 (Fig. 7) oder ein anderes heißgasbeaufschlagtes Bauteil einer Turbine.

Das Bauteil 1 kann entweder neu hergestellt oder wiederaufgearbeitet sein.

Wiederaufarbeitung (Refurbishment) bedeutet, dass Bauteile 1

5 nach ihrem Einsatz gegebenenfalls von Schichten (Wärmedämm-
schicht) getrennt werden und Korrosions- und Oxidationspro-
dukte entfernt werden. Gegebenenfalls müssen noch Risse repa-
riert werden.

Danach kann ein solches Bauteil 1 wieder beschichtet werden;

10 dies ist besonders vorteilhaft, da der Grundkörper sehr teuer
ist.

Das Bauteil 1 kann für den Einsatz zumindest eine keramische
oder metallische Schicht auf der Oberfläche 13 aufweisen, wie
z.B. eine MCrAlX-Schicht und/oder eine darauf liegende Wärme-
15 dämmsschicht, die in einem ersten Verfahrensschritt grob ent-
fernt werden kann.

Auch die MCrAlX-Schicht kann den Entfernungsbereich 10 dar-
stellen, der mit dem erfindungsgemäßen Verfahren behandelt
wird.

20

Im folgenden wird der Entfernungsbereich 10 als Korrosions-
produkt 10 (Korrosionsschicht 10) betrachtet. Der Entfer-
nungsbereich 10 kann aber ebenso eine funktionstüchtige
Schicht ohne Korrosionsprodukte sein.

25 Der Entfernungsbereich 10 kann eine metallische und/oder
keramische Schicht sein, wobei die Schicht metallisch sein
kann und Korrosionsprodukte aufweist.

Das Korrosionsprodukt 10, beispielsweise ein Oxid, ein Sul-
fid, ein Nitrid, ein Phosphid oder ein Karbid usw. kann auf
30 einer Oberfläche 13 des Bauteils 1 oder in einem Riss 7 des
Bauteils 1 vorhanden sein.

Die Korrosionsprodukte 10 müssen aus dem Riss 7 oder von der
Oberfläche 13 entfernt werden, damit der Riss 7 mit einem Lot
35 oder Schweißgut aufgefüllt werden kann und die Oberfläche 13
erneut beschichtet werden kann. Korrosionsprodukte 10 würden
ansonsten eine gute Haftung des Lots oder einer erneuten

Beschichtung verhindern oder zumindest verringern.

Das Korrosionsprodukt 10 nach dem Stand der Technik weist eine bestimmte Abtragungsrate (Masse pro Zeit) auf, wenn es 5 beispielsweise nach dem FIC-Verfahren gereinigt wird. Diese Abtragungsrate ist jedoch zu gering und kann nach einer gewissen Zeit sogar null betragen.

Figur 2 zeigt schematisch die Durchführung des erfindungsge-
mäßen Verfahrens.

Auf das Korrosionsprodukt 10 wird, um dieses zu schädigen,
5 beispielsweise ein Material 16, beispielsweise ein Salz 16
aufgebracht, das mit dem Korrosionsprodukt 10 chemisch rea-
gieren kann, um den Entfernungsbereich 10 zu schädigen.

Als Salz wird vorzugsweise Na_2SO_4 (Natriumsulfat) und/oder
10 CoSO_4 (Kobaltsulfat) verwendet. Weitere Salze oder Kombinati-
onen sind denkbar.

Insbesondere mit diesen Salzen können die Korrosionsprodukte
Aluminiumoxid und/oder Kobaltoxid und/oder Titanoxid der
Metalle Titan, Aluminium und/oder Kobalt, die in der Legie-
15 rung (beispielsweise Superlegierung) des Substrats 4 enthal-
ten sind, sehr gut entfernt werden.

Ebenso kann direkt eine Salzschmelze in dem Riss 7 oder auf
das Korrosionsprodukt 10 aufgebracht werden oder das Bauteil
1 wird in eine Salzschmelze eingetaucht.

20 Ebenso ist es möglich, dass Salz in Form eines Schlickers in
den Riss 7 und auf der Oberfläche 13 aufzutragen.
Bei großflächigen Anwendungen eignet sich das Auflegen einer
Folie, die das Material 16 oder Salz 16 enthält.

25 Das Salz 16 kann beispielsweise mittels eines Lasers 19 und
seiner Laserstrahlen 22 insbesondere lokal erwärmt werden, so
dass eine chemische Reaktion des Salzes 16 mit dem Korro-
sionsprodukt 10 oder ein Thermoschock erfolgt.

30 Die Erwärmung kann auch durch elektromagnetische Induktion
erfolgen, insbesondere dann, wenn das Substrat 4 metallisch
ist.

35 Die Erwärmung des Bauteils 1 kann mittels Induktion oder mit-
tels einer Lichtquelle, beispielsweise mittels Laser bei-
spielsweise lokal erfolgen, indem der Laser 19 mit dem Laser-
strahl 22 nur in den Riss 7 hineinstrahlt.

Die lokale Erwärmung kann auch mittels durchstimmbarer Mikrowellen erfolgen. Durchstimmbar bedeutet, dass unter anderem die Wellenlänge und Intensität verändert werden können.

5

Figur 3 zeigt ein Bauteil 1 mit einem Korrosionsprodukt 10 nach der Schädigung des Korrosionsproduktes 10 durch eine erfindungsgemäße Vorbehandlung.

10 Durch die Vorbehandlung werden Risse 25 erzeugt, die ausgehend von der Oberfläche 14 der Schicht 10 in Richtung Substrat 4 verlaufen, so dass eine größere Angriffsfläche des Korrosionsprodukts 10 gegenüber der Säure und/oder den Fluorionen usw. gegeben ist.

15

Auch mittels Laserstrahlen, Hochdruckwasserstrahlen, Sandstrahlen, insbesondere mit groben Körnern, können auch solche Risse 25 erzeugt werden. Die Intensität und Dauer der Sandstrahlbehandlung muss jedoch so eingestellt werden, dass das 20 Substrat 4 nicht erreicht wird und das Korrosionsprodukt 10 nur teilweise entfernt wird.

In einem abschließenden Verfahrensschritt wird das Bauteil 1 einer Endreinigung mittels einer Säure- oder Fluorionenbehandlung unterzogen, die zur vollständigen Entfernung des Korrosionsprodukts 10 führt, da durch die Schädigung des Korrosionsprodukts 10 die Abtragungsrate beim FIC oder einem anderen Verfahren deutlich erhöht ist und keine deutliche Verringerung der Abtragungsrate mit der Zeit eintritt.

30

Figur 4 zeigt eine weitere Möglichkeit um eine Schädigung des Korrosionsprodukts 10 zu erreichen.

Das Korrosionsprodukt 10, das auf einer Oberfläche 13 des 35 Substrats 4 aufliegt wird einem Thermoschock unterzogen.

Der Thermoschock kann durch Eintauchen in ein heißes Metall- oder Salzbad oder durch schnelle Erwärmung mittels Elektronenstrahlen oder eines Lasers 28 erfolgen.

Bei dem Thermoschock kann das Korrosionsprodukt 10 auch teilweise 5 aufgeschmolzen werden.

Figur 5 zeigt weitere Schädigungen im Korrosionsprodukt 10 gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren.

10 Wenn das Material des Korrosionsprodukts 10 beispielsweise aufgeschmolzen wurde, zieht sich das Material beim Abkühlen wieder zusammen, so dass mechanische Spannungen auftreten, die gegebenenfalls zu einer Rissbildung führen.

15 Neben Rissen 25 in der Oberfläche des Korrosionsprodukts 10 können auch Risse 31 innerhalb des Korrosionsprodukts 10 erzeugt werden.

20 Ebenso können sich Delaminationen 34 zwischen dem Korrosionsprodukt 10 und einer Oberfläche 13, auf der das Korrosionsprodukt 10 aufliegt, bilden.

25 Das Besondere an dem Verfahren ist es, dass das durch Korrosionsprodukte 10 geschädigte und zu reparierende Bauteil 1 mit den Korrosionsprodukten 10 nochmals im Bereich der Korrosionsprodukte 10 geschädigt wird.

30 Die Figur 6 zeigt beispielhaft eine Gasturbine 100 in einem Längsteilschnitt.

Die Gasturbine 100 weist im Inneren einen um eine Rotationsachse 102 drehgelagerten Rotor 103 auf, der auch als Turbinenläufer bezeichnet wird.

35 Entlang des Rotors 103 folgen aufeinander ein Ansauggehäuse 104, ein Verdichter 105, eine beispielsweise torusartige Brennkammer 110, insbesondere Ringbrennkammer 106, mit mehre-

ren koaxial angeordneten Brennern 107, eine Turbine 108 und das Abgasgehäuse 109.

Die Ringbrennkammer 106 kommuniziert mit einem beispielsweise ringförmigen Heißgaskanal 111. Dort bilden beispielsweise 5 vier hintereinander geschaltete Turbinenstufen 112 die Turbine 108.

Jede Turbinenstufe 112 ist aus zwei Schaufelringen gebildet. In Strömungsrichtung eines Arbeitsmediums 113 gesehen folgt 10 im Heißgaskanal 111 einer Leitschaufelreihe 115 eine aus Laufschaufeln 120 gebildete Reihe 125.

Die Leitschaufeln 130 sind dabei an einem Innengehäuse 138 eines Stators 143 befestigt, wohingegen die Laufschaufeln 120 einer Reihe 125 beispielsweise mittels einer Turbinenscheibe 15 133 am Rotor 103 angebracht sind. An dem Rotor 103 angekoppelt ist ein Generator oder eine Arbeitsmaschine (nicht dargestellt).

Während des Betriebes der Gasturbine 100 wird vom Verdichter 20 105 durch das Ansauggehäuse 104 Luft 135 angesaugt und verdichtet. Die am turbinenseitigen Ende des Verdichters 105 bereitgestellte verdichtete Luft wird zu den Brennern 107 geführt und dort mit einem Brennmittel vermischt. Das Gemisch wird dann unter Bildung des Arbeitsmediums 113 in der Brennkammer 110 verbrannt.

Von dort aus strömt das Arbeitsmedium 113 entlang des Heißgaskanals 111 vorbei an den Leitschaufeln 130 und den Laufschaufeln 120. An den Laufschaufeln 120 entspannt sich das Arbeitsmedium 113 impulsübertragend, so dass die Laufschaufeln 120 den Rotor 103 antreiben und dieser die an ihn angekoppelte Arbeitsmaschine.

Die dem heißen Arbeitsmedium 113 ausgesetzten Bauteile unterliegen während des Betriebes der Gasturbine 100 thermischen 35 Belastungen. Die Leitschaufeln 130 und Laufschaufeln 120 der in Strömungsrichtung des Arbeitsmediums 113 gesehen ersten Turbinenstufe 112 werden neben den die Ringbrennkammer 106

auskleidenden Hitzeschildsteinen am meisten thermisch belastet.

Um den dort herrschenden Temperaturen standzuhalten, werden diese mittels eines Kühlmittels gekühlt.

5 Ebenso können die Substrate eine gerichtete Struktur aufweisen, d.h. sie sind einkristallin (SX-Struktur) oder weisen nur längsgerichtete Körner auf (DS-Struktur). Als Material werden eisen-, nickel- oder kobaltbasierte Superlegierungen verwendet.

10 Ebenso können die Schaufeln 120, 130 Beschichtungen gegen Korrosion (M_{Cr}Al_X; M ist zumindest ein Element der Gruppe Eisen (Fe), Kobalt (Co), Nickel (Ni), X steht für Yttrium (Y) und/oder zumindest ein Element der Seltenen Erden) und Wärme durch eine Wärmedämmsschicht aufweisen. Die Wärmedämmsschicht

15 besteht beispielsweise ZrO₂, Y₂O₃-ZrO₂, d.h. sie ist nicht, teilweise oder vollständig stabilisiert durch Yttriumoxid und/oder Kalziumoxid und/oder Magnesiumoxid. Durch geeignete Beschichtungsverfahren wie z.B. Elektronenstrahlverdampfen (EB-PVD) werden stängelförmige Körner in der Wärmedämmsschicht erzeugt.

20 Trotz der Schutzschichten können sich Korrosionsprodukte auf dem Bauteil bilden. Für eine Wiederaufarbeitung (Refurbishment) müssen die Korrosionsprodukte nach dem erfindungsgemäßen Verfahren entfernt werden, wenn das Bauteil neu beschichtet werden soll.

25 Ggf. werden dann noch Risse in dem Substrat des Bauteils repariert.

30 Die Leitschaufel 130 weist einen dem Innengehäuse 138 der Turbine 108 zugewandten Leitschaufelfuß (hier nicht dargestellt) und einen dem Leitschaufelfuß gegenüberliegenden Leitschaufelkopf auf. Der Leitschaufelkopf ist dem Rotor 103 zugewandt und an einem Befestigungsring 140 des Stators 143 festgelegt.

Die Figur 7 zeigt eine Brennkammer 110 einer Gasturbine. Die Brennkammer 110 ist beispielsweise als so genannte Ringbrennkammer ausgestaltet, bei der eine Vielzahl von in Umfangsrichtung um die Turbinenwelle 103 herum angeordneten Brennern 102 in einen gemeinsamen Brennkammerraum münden. Dazu ist die Brennkammer 110 in ihrer Gesamtheit als ringförmige Struktur ausgestaltet, die um die Turbinenwelle 103 herum positioniert ist.

10 Zur Erzielung eines vergleichsweise hohen Wirkungsgrades ist die Brennkammer 110 für eine vergleichsweise hohe Temperatur des Arbeitsmediums M von etwa 1000°C bis 1600°C ausgelegt. Um auch bei diesen, für die Materialien ungünstigen Betriebspa-rametern eine vergleichsweise lange Betriebsdauer zu ermög-lichen, ist die Brennkammerwand 153 auf ihrer dem Arbeitsme-edium M zugewandten Seite mit einer aus Hitzeschildelementen 155 gebildeten Innenauskleidung versehen. Jedes Hitzeschildelement 155 ist arbeitsmediumsseitig mit einer besonders hit-zebeständigen Schutzschicht ausgestattet oder aus hochtempe-raturbeständigem Material gefertigt. Aufgrund der hohen Tem-peraturen im Inneren der Brennkammer 110 ist zudem für die Hitzeschildelemente 155 bzw. für deren Halteelemente ein Kühlsystem vorgesehen.

25 Die Materialien der Brennkammerwand und deren Beschichtungen können ähnlich der Turbinenschaufeln 120, 130 sein.

Die Brennkammer 110 ist insbesondere für eine Detektion von Verlusten der Hitzeschildelemente 155 ausgelegt. Dazu sind 30 zwischen der Brennkammerwand 153 und den Hitzeschildelementen 155 eine Anzahl von Temperatursensoren 158 positioniert.

Figur 8 zeigt in perspektivischer Ansicht eine Schaufel 120, 35 130, die sich entlang einer Längsachse 121 erstreckt. Die Schaufel 120, 130 weist entlang der Längsachse 121 auf-einander folgend einen Befestigungsbereich 400, eine daran

angrenzende Schaufelplattform 403 sowie einen Schaufelblattbereich 406 auf. Im Befestigungsbereich 400 ist ein Schaufelfuß 183 gebildet, der zur Befestigung der Laufschaufeln 120, 130 an der Welle dient. Der Schaufelfuß 183 ist als Hammerkopf ausgestaltet. Andere Ausgestaltungen, beispielsweise als Tannenbaum- oder Schwalbenschwanzfuß sind möglich. Bei herkömmlichen Schaufeln 120, 130 werden in allen Bereichen 400, 403, 406 der Laufschaufel 120, 130 massive metallische Werkstoffe verwendet. Die Laufschaufel 120, 130 kann hierbei 5 durch ein Gussverfahren, durch ein Schmiedeverfahren, durch 10 ein Fräswerfahren oder Kombinationen daraus gefertigt sein.

In Figur 9 ist beispielhaft eine Dampfturbine 300, 303 mit 15 einer sich entlang einer Rotationsachse 306 erstreckenden Turbinenwelle 309 dargestellt.

Die Dampfturbine weist eine Hochdruck-Teilturbine 300 und eine Mitteldruck-Teilturbine 303 mit jeweils einem Innengehäuse 312 und einem dieses umschließendes Außengehäuse 315 auf. Die Hochdruck-Teilturbine 300 ist beispielsweise in Topfbauart ausgeführt. Die Mitteldruck-Teilturbine 303 ist zweiflutig ausgeführt. Es ist ebenfalls möglich, dass die Mitteldruck-Teilturbine 303 einflutig ausgeführt ist. Entlang 20 der Rotationsachse 306 ist zwischen der Hochdruck-Teilturbine 300 und der Mitteldruck-Teilturbine 303 ein Lager 318 angeordnet, wobei die Turbinenwelle 309 in dem Lager 318 einen Lagerbereich 321 aufweist. Die Turbinenwelle 309 ist auf 25 einem weiteren Lager 324 neben der Hochdruck-Teilturbine 300 aufgelagert. Im Bereich dieses Lagers 324 weist die Hochdruck-Teilturbine 300 eine Wellendichtung 345 auf. Die Turbinenwelle 309 ist gegenüber dem Außengehäuse 315 der Mitteldruck-Teilturbine 303 durch zwei weitere Wellendichtungen 345 abgedichtet. Zwischen einem Hochdruck-Dampfeinströmbereich 348 und einem Dampfaustrittsbereich 351 weist die Turbinenwelle 309 in der Hochdruck-Teilturbine 300 die Hochdruck-Laufbeschafelung 354, 357 auf. Diese Hochdruck-Laufbeschau- 30 35

felung 354, 357 stellt mit den zugehörigen, nicht näher dargestellten Laufschaufeln einen ersten Beschaufelungsbereich 360 dar. Die Mitteldruck-Teilturbine 303 weist einen zentralen Dampfeinströmbereich 333 auf. Dem Dampfeinströmbereich 5 333 zugeordnet weist die Turbinenwelle 309 eine radialsymmetrische Wellenabschirmung 363, eine Abdeckplatte, einerseits zur Teilung des Dampfstromes in die beiden Fluten der Mitteldruck-Teilturbine 303 sowie zur Verhinderung eines direkten Kontaktes des heißen Dampfes mit der Turbinenwelle 309 auf. 10 Die Turbinenwelle 309 weist in der Mitteldruck-Teilturbine 303 einen zweiten Beschaufelungsbereich 366 mit den Mitteldruck-Laufschaufeln 354, 342 auf. Der durch den zweiten Beschaufelungsbereich 366 strömende heiße Dampf strömt aus der Mitteldruck-Teilturbine 303 aus einem Abströmstutzen 369 zu 15 einer strömungstechnisch nachgeschalteten, nicht dargestellten Niederdruck-Teilturbine.

Auch die Bauteile der Dampfturbine 300, 303 weisen Schutzschichten und/oder Korrosionsprodukte 10 auf, die mit dem 20 erfindungsgemäßen Verfahren entfernt werden, bevor eine Wiederaufarbeitung der Bauteile erfolgen kann.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Entfernung eines Entfernungsbereichs (10),

5 insbesondere eines Korrosionsprodukts (10),

eines Bauteils (1),

bei dem der Entfernungsbereich (10) vor einer
Endreinigung so vorbehandelt wird,

dass eine Schädigung des Entfernungsbereichs (10)

10 erfolgt,

indem eine größere Angriffsfläche durch einen
Salzangriff,

insbesondere durch eine Salzschmelze, erzeugt wird,

so dass dann eine Abtragungsrate in der Endreinigung des
15 Entfernungsbereichs (10) größer ist als ohne die

Schädigung des Entfernungsbereichs (10),

wobei für den Salzangriff das Salz Natriumsulfat (Na_2SO_4)
und/oder Kobaltsulfat ($CoSO_4$) verwendet wird.

20

2. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass

die Schädigung des Entfernungsbereichs (10) in der Weise
25 erfolgt, dass eine größere Angriffsfläche erzeugt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3,

dadurch gekennzeichnet, dass

30

Risse (25, 31) in dem Entfernungsbereich (10) erzeugt
werden,

die den Entfernungsbereich (10) schädigen.

35

4. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass

5 Delaminationen (34) zwischen dem schichtförmigen Entfer-
nungsbereich (10) und einer Oberfläche (13),
auf der der Entfernungsbereich (10) angeordnet ist,
erzeugt werden.

10 5. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3, 4, 6 oder 7,
dadurch gekennzeichnet,

15 dass ein Material (16) auf den Entfernungsbereich (10)
aufgetragen wird, um den Entfernungsbereich (10) zu
schädigen, und
dass das Material (16) in Form eines Schlickers aufgetra-
gen wird.

20 6. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3, 4, 6 oder 7
dadurch gekennzeichnet, dass

25 ein Material (16) auf den Entfernungsbereich (10) aufge-
tragen wird,
um den Entfernungsbereich (10) zu schädigen, und
dass das Material (16) in Form einer Folie auf den Ent-
fernungsbereich (10) aufgelegt wird.

30 7. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet, dass

35 das Material (16),
das auf dem Entfernungsbereich (10) vorhanden ist,
erwärmst wird.

8. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, dass

5 das Bauteil (1) erwärmt wird,
 insbesondere nur lokal im Entfernungsbereich (10).

9. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet, dass

10 die Erwärmung des Materials (16),
 insbesondere die lokale Erwärmung,
 durch eine Lichtquelle, insbesondere durch einen Laser
 (19) erfolgt.

15

10. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11,
dadurch gekennzeichnet, dass

20 die Erwärmung,
 insbesondere die lokale Erwärmung,
 durch elektromagnetische Induktion erzeugt wird.

25 11. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11,
 dadurch gekennzeichnet, dass

30 die Erwärmung,
 insbesondere die lokale Erwärmung,
 mittels Mikrowellen erzeugt wird.

35

12. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass

der Entfernungsbereich (10) ein Korrosionsprodukt ist,
5 und dass mit dem Verfahren die Korrosionsprodukte (10)
Aluminiumoxid (Al_2O_3) und/oder Kobaltoxid (CoO_2) und/oder
Titanoxid (TiO_2) entfernt werden.

10 13. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3, 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet, dass

die Schädigung des Entfernungsbereichs (10) durch Sand-
strahlen erfolgt.

15

14. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 3, 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet, dass

20 die Schädigung des Entfernungsbereichs (10) durch einen
Thermoschock erfolgt.

25 15. Verfahren nach Anspruch 17,
dadurch gekennzeichnet, dass

der Thermoschock durch zumindest teilweise Aufschmelzung
und anschließende Abkühlung des Entfernungsbereichs (10)
erzeugt wird.

30

16. Verfahren nach Anspruch 18,
dadurch gekennzeichnet, dass

35 die Aufschmelzung durch einen Laser (28) erfolgt.

17. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass

5 als Endreinigung eine Fluorionenreinigung (FIC) des Bau-
teils (1) erfolgt,
um den Entfernungsbereich (10) vollständig zu entfernen.

10 18. Verfahren nach Anspruch 20,
dadurch gekennzeichnet, dass

15 in einem der letzten Verfahrensschritte der geschädigte
Entfernungsbereich (10) durch eine Säurebehandlung voll-
ständig entfernt wird.

19. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass

20 ... der Entfernungsbereich (10) auf einem metallischen Sub-
strat (4) vorhanden ist.

25 20. Verfahren nach Anspruch 22,
dadurch gekennzeichnet, dass

30 das Substrat (4) eine nickel-, kobalt- oder eisenbasierte
Superlegierung ist.

35

21. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass

der Entfernungsbereich (10) als Schicht auf einer MCrAlX-Schicht vorhanden ist,
wobei M für zumindest ein Element der Gruppe Eisen, Kobalt oder Nickel steht,
sowie X für Yttrium und/oder zumindest ein Element der seltenen Erden steht.

10

22. Verfahren nach Anspruch 1 oder 23,
dadurch gekennzeichnet, dass

15 der Entfernungsbereich (10) metallisch ist.

23. Verfahren nach Anspruch 1 oder 23,
dadurch gekennzeichnet, dass

20

der Entfernungsbereich (10) keramisch ist.

24. Verfahren nach Anspruch 1, 24 oder 25,
dadurch gekennzeichnet, dass

der metallische Entfernungsbereich (10), insbesondere als Schicht, Korrosionsprodukte aufweist.

30

25. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass

35 das Bauteil (1) ein Bauteil (1) einer Gas- (100) oder Dampfturbine (300, 300), insbesondere eine Lauf- oder Leitschaufel (120, 130) oder eine Brennkammerauskleidung (155) ist.

26. Verfahren nach Anspruch 1 oder 26,
dadurch gekennzeichnet, dass

5

das Verfahren mit einem Bauteil (1),
das wiederaufgearbeitet werden soll,
durchgeführt wird.

1 / 6

FIG 1

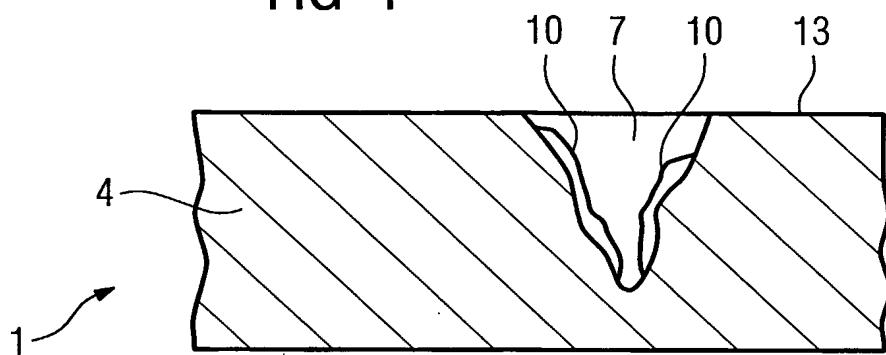
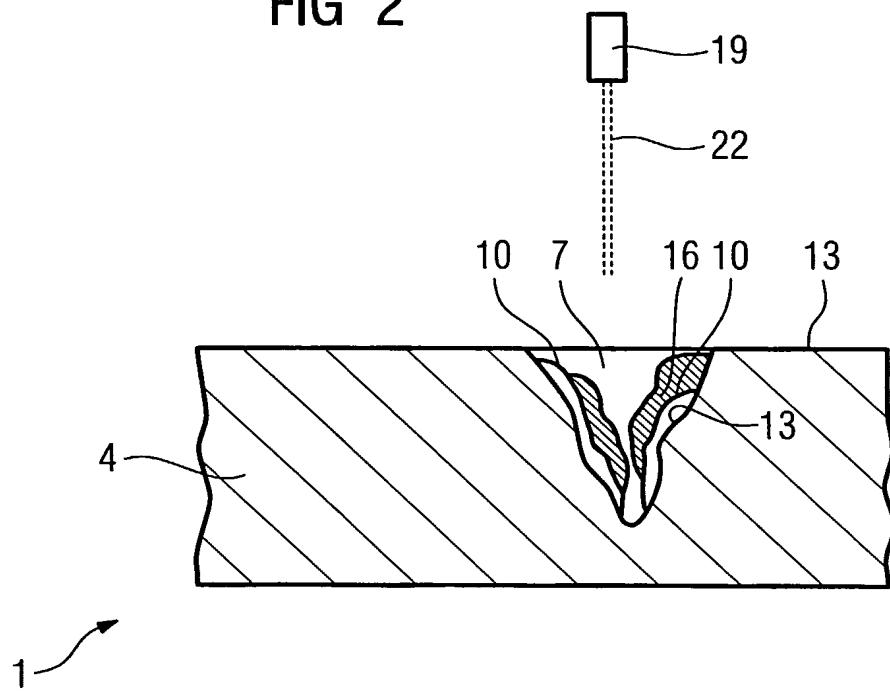


FIG 2



2 / 6

FIG 3

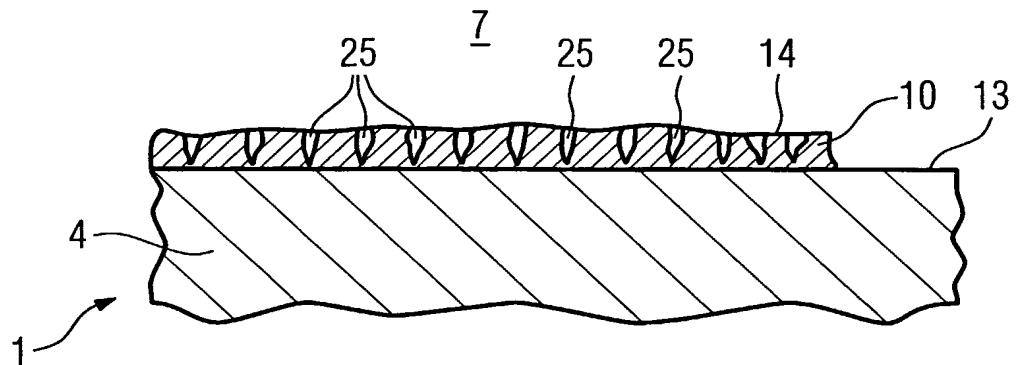


FIG 4

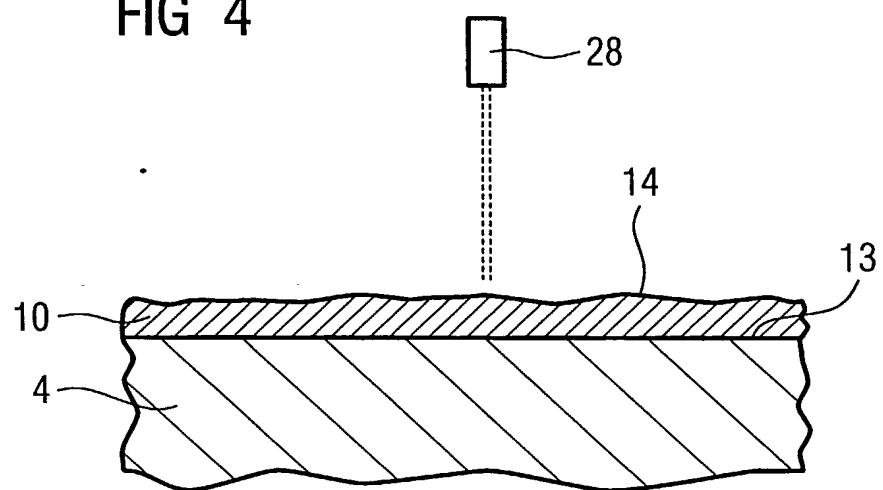
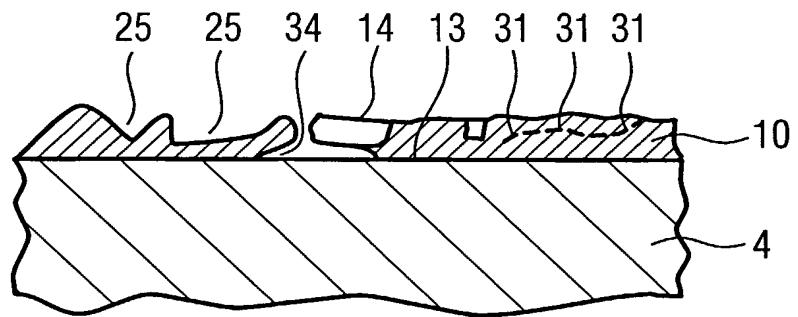


FIG 5



3 / 6

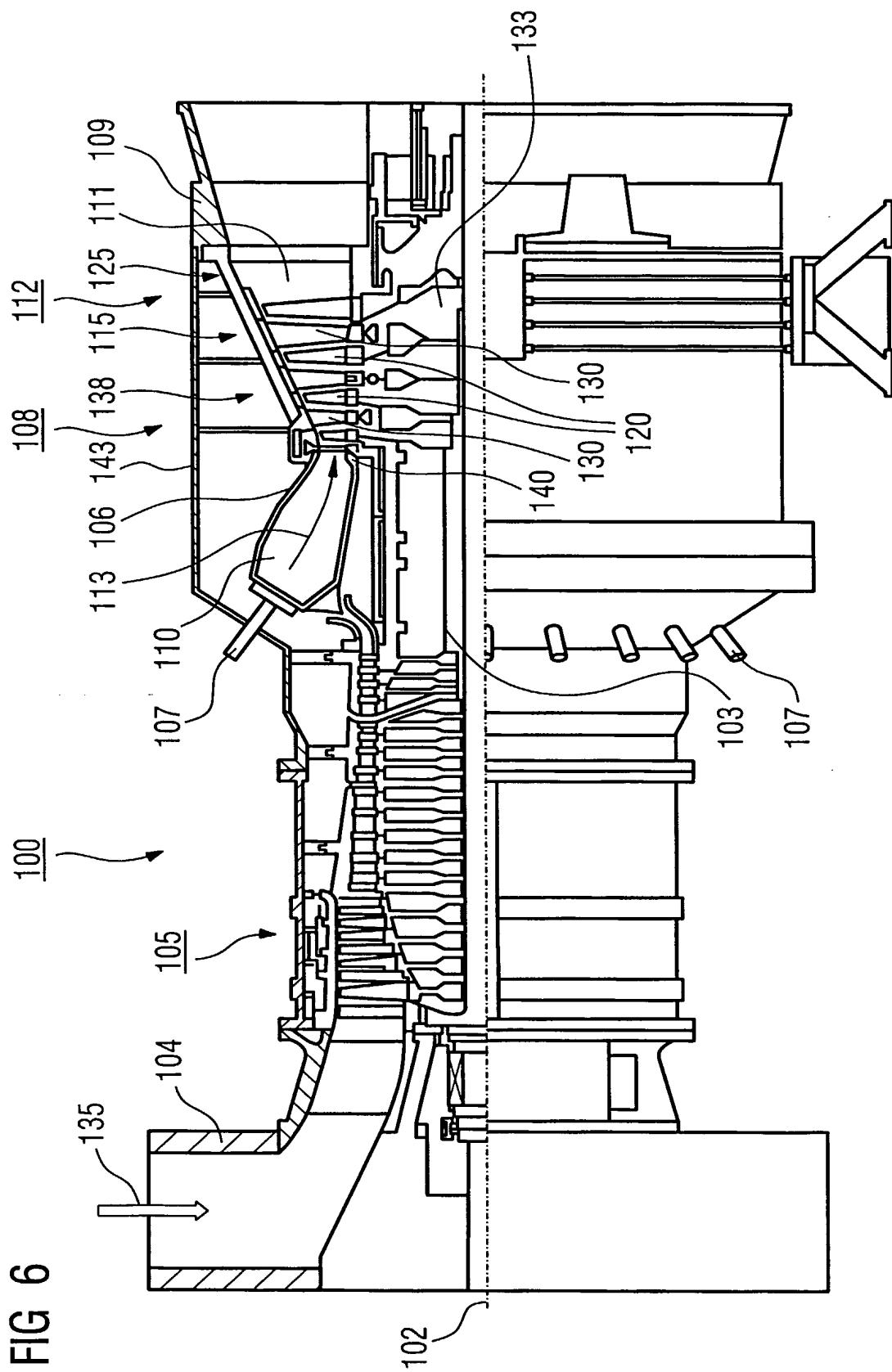


FIG 7

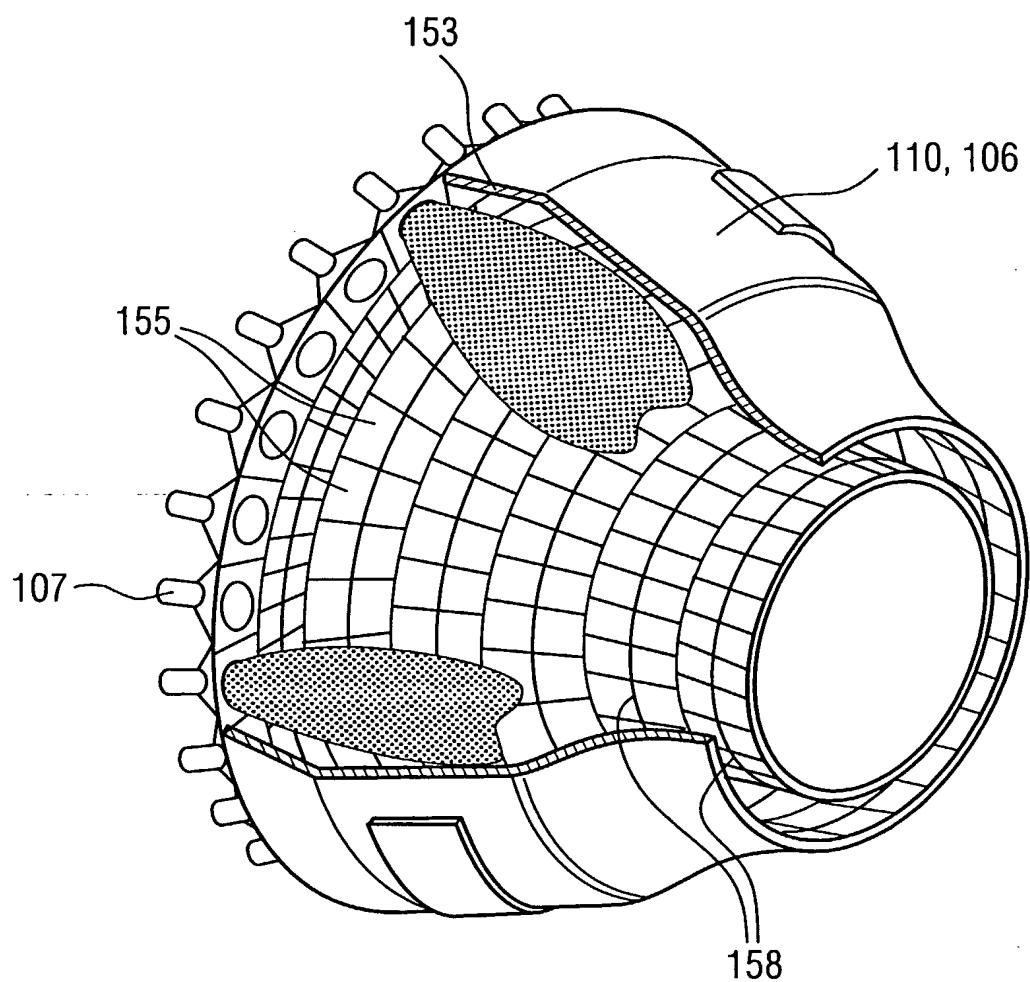
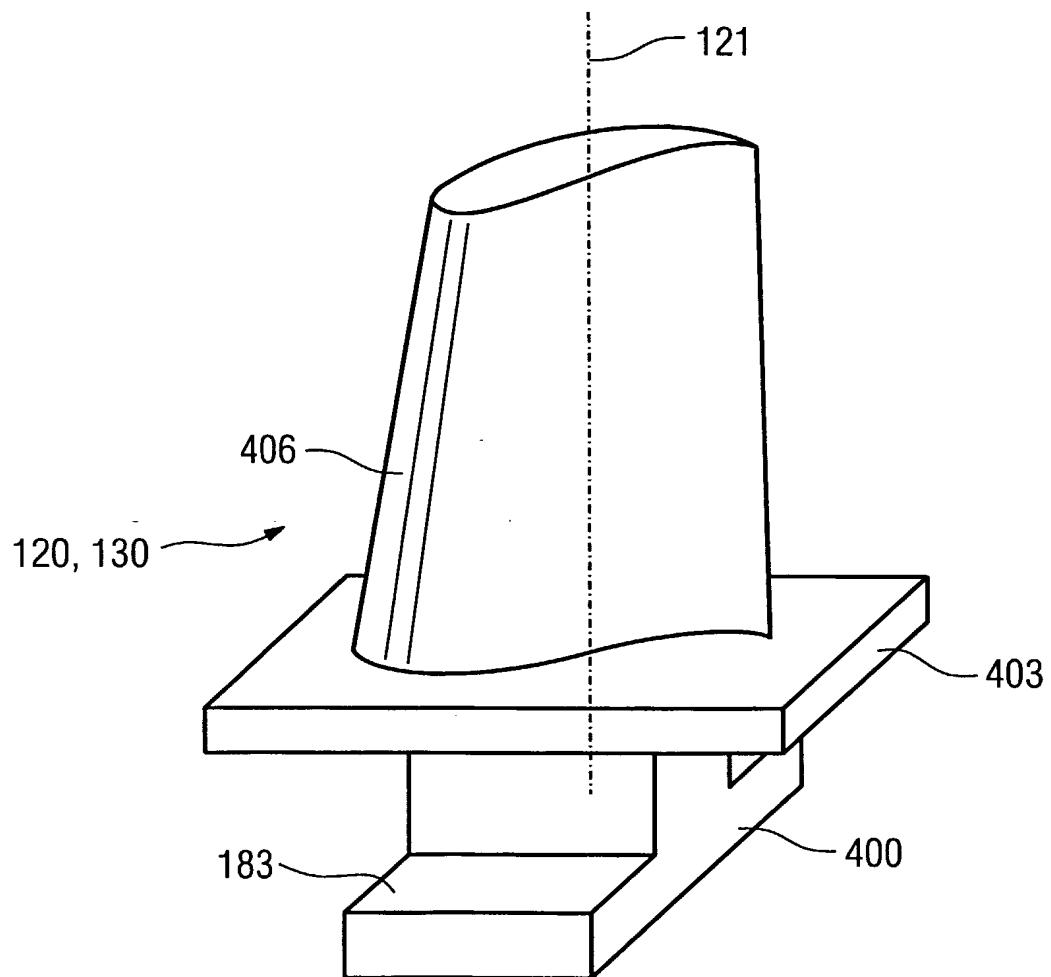
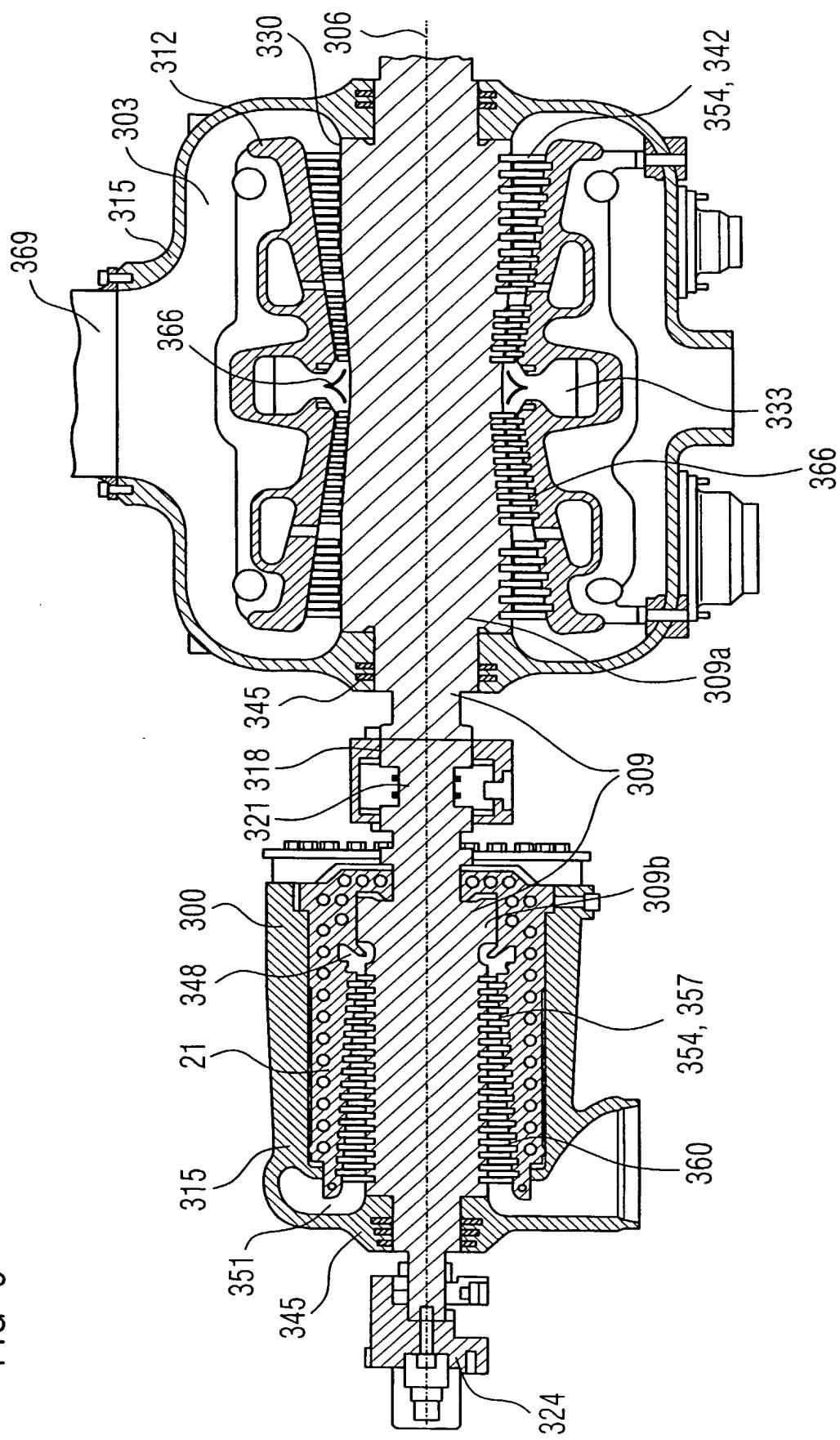


FIG 8



6 / 6



6
FIG

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/000405A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B08B7/00 C23G1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B08B C23G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 575 858 A (CHEN OTIS Y ET AL) 19 November 1996 (1996-11-19) column 2, line 19 - column 2, line 44 column 3, line 21 - column 3, line 35 ----- US 4 439 241 A (AULT EARLE A ET AL) 27 March 1984 (1984-03-27) the whole document column 2, line 64 - column 3, line 14 ----- US 5 464 479 A (KENTON DONALD J ET AL) 7 November 1995 (1995-11-07) column 3, line 1 - column 3, line 36 ----- -/-	1-4, 7, 8, 12, 14, 18, 26 1, 2, 7, 8, 12, 19-26 1-4, 12, 19-26
A		

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the International filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the International filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 June 2005

Date of mailing of the international search report

24/06/2005

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Militzer, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/000405

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 1 013 797 A (GEN ELECTRIC) 28 June 2000 (2000-06-28) the whole document column 3, paragraph 7 -----	1-3, 7, 8, 12, 13, 19-26

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/000405

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
US 5575858	A	19-11-1996	DE	69502389 D1		10-06-1998
			DE	69502389 T2		24-12-1998
			EP	0759098 A1		26-02-1997
			JP	9512605 T		16-12-1997
			SG	52191 A1		28-09-1998
			WO	9530032 A1		09-11-1995
US 4439241	A	27-03-1984		NONE		
US 5464479	A	07-11-1995		NONE		
EP 1013797	A	28-06-2000	US	6174380 B1		16-01-2001
			BR	9905933 A		16-01-2001
			CA	2292381 A1		22-06-2000
			EP	1013797 A1		28-06-2000
			JP	2000212783 A		02-08-2000
			SG	82048 A1		24-07-2001
			TR	9903180 A2		21-07-2000

INTERNATIONALES RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/000405

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B08B7/00 C23G1/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B08B C23G

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^o	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 575 858 A (CHEN OTIS Y ET AL) 19. November 1996 (1996-11-19) Spalte 2, Zeile 19 - Spalte 2, Zeile 44 Spalte 3, Zeile 21 - Spalte 3, Zeile 35 -----	1-4, 7, 8, 12, 14, 18, 26
A	US 4 439 241 A (AULT EARLE A ET AL) 27. März 1984 (1984-03-27) das ganze Dokument Spalte 2, Zeile 64 - Spalte 3, Zeile 14 -----	1, 2, 7, 8, 12, 19-26
A	US 5 464 479 A (KENTON DONALD J ET AL) 7. November 1995 (1995-11-07) Spalte 3, Zeile 1 - Spalte 3, Zeile 36 ----- -/-	1-4, 12, 19-26

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

2. Juni 2005

24/06/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Militzer, E

INTERNATIONALES RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/000405

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^c	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 013 797 A (GEN ELECTRIC) 28. Juni 2000 (2000-06-28) das ganze Dokument Spalte 3, Absatz 7 -----	1-3, 7, 8, 12, 13, 19-26

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internat. Aktenzeichen

PCT/EP2005/000405

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 5575858	A	19-11-1996	DE	69502389 D1		10-06-1998
			DE	69502389 T2		24-12-1998
			EP	0759098 A1		26-02-1997
			JP	9512605 T		16-12-1997
			SG	52191 A1		28-09-1998
			WO	9530032 A1		09-11-1995
US 4439241	A	27-03-1984	KEINE			
US 5464479	A	07-11-1995	KEINE			
EP 1013797	A	28-06-2000	US	6174380 B1		16-01-2001
			BR	9905933 A		16-01-2001
			CA	2292381 A1		22-06-2000
			EP	1013797 A1		28-06-2000
			JP	2000212783 A		02-08-2000
			SG	82048 A1		24-07-2001
			TR	9903180 A2		21-07-2000